

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-046791

(43)Date of publication of application : 28.02.1991

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

(21)Application number : 01-182105

(71)Applicant : PIONEER ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 14.07.1989

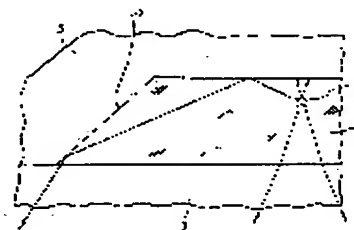
(72)Inventor : AMAMIYA KIMIO  
MANABE MASAMICHI  
TANAKA YUKIO

## (54) ELECTROLUMINESCENCE DISPLAY ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enhance luminance of an EL display pixel by providing, at the edge surfaces of an EL layer, inclined surfaces inclined in a normal direction of an interface of the EL layer and insulative layer.

CONSTITUTION: At the edge surfaces of an EL layer 4 which is provided in each light emitting region, inclined surfaces 10 inclined in a normal direction W of an interface are formed. Therefore, light emitted from a certain light emitting center A in the EL layer 4 is transmitted laterally in the EL layer to be reflected on the inclined surfaces 10, to be taken out to the exterior.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-46791

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 05 B 33/14

識別記号 庁内整理番号  
6649-3K

⑭ 公開 平成3年(1991)2月28日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全10頁)

⑮ 発明の名称 エレクトロルミネッセンス表示素子

⑯ 特 願 平1-182105

⑰ 出 願 平1(1989)7月14日

⑱ 発 明 者 雨 宮 公 男 山梨県甲府市大里町465番地 バイオニアビデオ株式会社  
半導体工場内  
⑱ 発 明 者 真 鍋 昌 道 山梨県甲府市大里町465番地 バイオニアビデオ株式会社  
半導体工場内  
⑱ 発 明 者 田 中 幸 男 山梨県甲府市大里町465番地 バイオニアビデオ株式会社  
半導体工場内  
⑲ 出 願 人 バイオニア株式会社 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
⑳ 代 理 人 弁理士 藤村 元彦

明 細 書

1. 発明の名称

エレクトロルミネッセンス表示素子

2. 特許請求の範囲

(1) 互いに対向する少なくとも一対の電極と前記電極間に配置されかつ絶縁層により覆われたエレクトロルミネッセンス層とを有し、前記エレクトロルミネッセンス層の前記電極によって挟まれる部分を発光領域とし、前記エレクトロルミネッセンス層の屈折率が前記絶縁層のそれより大であるエレクトロルミネッセンス表示素子であって、前記エレクトロルミネッセンス層は、前記発光領域毎に分離されかつその端面においては前記エレクトロルミネッセンス層及び前記絶縁層の界面の法線方向に対して傾斜した傾斜面を有していることを特徴とするエレクトロルミネッセンス表示素子。

(2) 前記エレクトロルミネッセンス層は母体物質及び発光中心物質からなり、前記母体物質はZ

n Sであり、前記発光中心物質はSm、Mn、Tb及びTmからなる群から選ばれる物質であることを特徴とする請求項1記載のエレクトロルミネッセンス表示素子。

(3) 前記絶縁層は、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、SiN、Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>からなる群から選ばれる物質からなる誘電体層を含むことを特徴とする請求項1記載のエレクトロルミネッセンス表示素子。

(4) 前記絶縁層は、前記誘電体層を保護するSiO<sub>2</sub>からなる保護層を含むことを特徴とする請求項1記載のエレクトロルミネッセンス表示素子。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、電気信号にตอบสนองして発光するエレクトロルミネッセンス表示素子に関する。

背景技術

電気信号にตอบสนองして多色表示するカラー表示装置としてはブラウン管が広く利用されている。装置の薄型化のために液晶型表示素子も開発されて

いる。更に、完全固体型として高輝度の発光が得られるエレクトロルミネッセンス（以下 E L という）を用いた表示素子も開発されている。

かかる E L 表示素子は構造で分類すると、電極と E L 層との間に絶縁層又は誘電層をもたない直流形と、電極と E L 層との間に絶縁層をもつ交流形とに分類され、該交流形のものはドットマトリクス E L 表示素子として適している。

また、E L 表示素子を発光する E L 層で分類すると、E L 層物質の微粒子をバインダで結合させ塗布形成した分散形と、E L 層物質で蒸着、スパッタ等の薄膜形成方法で成膜した薄膜形とに分けられる。

第 10 図に X、Y マトリクス型の二重絶縁形交流 E L 表示素子の概略断面を示す。該 E L 表示素子は、ガラス透明基板 1 上に、ITO 等の複数の透明電極 2、第 1 絶縁層 3、E L 層 4、第 2 絶縁層 5、電極 2 に交差する複数の背面電極 6 を順に積層、形成したものである。E L 層 4 は Z n S、Z n S e、C a S、S r S 等の II-VI 族金属化合物

物の半導体物質を母体物質として数%の発光中心物質を含む層である。

かかる E L 表示素子の発光機構は、背面電極 6 と透明電極 2 との間に電圧を印加して第 1 及び第 2 絶縁層 5 を介して E L 層 4 に電界が印加される。かかる印加電界により E L 層 4 の発光領域 A の母体物質中に自由電子が発生し、電界での自由電子が加速されて高エネルギー状態のホットエレクトロンになる。このホットエレクトロンが E L 層 4 の発光中心物質を励起して、励起状態の緩和により所定スペクトル分布を有する発光をする。発光色は E L 層 4 の母体物質と発光中心物質の組合せで決定される。例えば、Z n S を母体物質とする場合、発光中心物質が S m では赤色発光を呈し、同様に M n では黄色発光、T b では緑色発光、T m では青色発光を呈する。

第 11 図の背面電極 6 側から見た平面図に示すように、かかる E L 表示素子は X、Y マトリクスの構造なので、交差した電極 2、6 間の E L 層 4 に画素すなわち発光領域 A が形成される。

しかしながら、E L 層の発光領域 A で生じた光のうち、かなりの部分は第 10 図の屋印から発する光の如く E L 層 4、絶縁層 3、5、ガラス基板 1 等の内部を横方向に伝わり吸収されてしまい、外部へ取り出すことが出来ない。これが E L 表示素子の効率が良くない（1% 程度）ことの原因のひとつとなっている。

これは、現在主流である母材が Z n S からなる E L 層 4 と Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> からなる絶縁層 3、5 とを有する E L 表示素子の場合、E L 層 4 の屈折率が 2.3 (Z n S) ときわめて大きく、絶縁層が屈折率 1.8 (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) のものではその界面で全反射をおこすためである。この現象によって失われる光量は全体の 1/2 ~ 2/3 といわれている。

例えば、下記の第 1 表に各層の材質と屈折率を示した第 12 図に示す積層構造の E L 表示素子における光路とその表面から得られる光量を調べてみる。

尚、絶縁層 3、5 は各々誘電体層 B と保護層 A とからなっており、保護層 S i O<sub>2</sub> は誘電体であ

る Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を外部から保護するために設けられ、絶縁層は多層化されている。

第 1 表

層	各 層	材質	屈折率
6	電極層	A l	(全反射)
5	絶縁層	保護層 A	S i O <sub>2</sub> 1.45
		誘電体層 B	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1.8
4	E L 層	Z n S	2.3
3	絶縁層	誘電体層 B	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1.8
		保護層 A	S i O <sub>2</sub> 1.45
2	電極層	I.T.O.	1.9
1	基板	S i O <sub>2</sub>	1.45
	外部	空気	1.0

外部に導出できる光は各層間の界面における臨界角に依存するので、各界面についての光路を求める。第 12 図の右に示す E L 層 4 内の 1 点 P から発した光は入射角  $\theta$  に応じて図中の A ~ D の光路に分類できる。

A) 入射角  $\geq 51.50^\circ$  以上の光 A は E L 層 (Z n

S) / 誘電体層 ( $Y_2O_3$ ) の界面で全反射し、EL 層内に閉じ込められる。

B) 入射角  $39.08^\circ \sim 51.50^\circ$  の範囲の光 B は誘電体層 ( $Y_2O_3$ ) / 保護層 ( $SiO_2$ ) の界面で全反射し、両誘電体層 ( $Y_2O_3$ ) 及び EL 層 ( $ZnS$ ) 内に閉じ込められる。

C) 入射角  $25.77^\circ \sim 39.08^\circ$  の範囲の光は基板 ( $SiO_2$ ) / 外部 (空気) 界面で全反射し、基板 - 保護層及び背面電極 (A2) により全反射) 内に閉じ込められる。

D) 入射角  $0^\circ \sim 25.77^\circ$  の範囲の光 D は外部へ取り出される。

さらに、点 P から上方すなわち反射層 6 へ向かう点 P から入射角  $\theta = 153.23^\circ \sim 180^\circ$  の範囲で放射された光は、背面の保護層 ( $SiO_2$ ) / 電極 (A2) の界面に達し、そこで反射されて入射角  $0 \sim 25.77^\circ$  の光として外部へ取り出される。同様に、入射角  $\theta = \alpha$  ( $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ) で放射された光は入射角  $\theta = 180^\circ - \alpha$  の光と同じふるまいをする。

の屈折率 2.3 と外界 (空気) の屈折率 1.0 との相対屈折率で決まるものであるから、平面膜層膜構造をとる限り、この値を大きくすることはできない。

#### 発明の概要

##### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、EL 表示素子の輝度の向上にある。

##### 〔発明の構成〕

本発明の EL 表示素子は、互いに対向する少なくとも一対の電極と前記電極間に配置されかつ絶縁層により覆われた EL 層とを有し、前記 EL 層の前記電極によって挟まれる部分を発光領域とし、前記 EL 層の屈折率が前記絶縁層のそれより大である EL 表示素子であって、前記 EL 層は前記発光領域毎に分離されかつその端面においては前記 EL 層及び前記絶縁層の界面の法線方向に対して傾斜した傾斜面を有していることを特徴とする。

##### 〔発明の作用〕

発光領域毎に分離された EL 層の端面において

従って、直接外部へ取り出される光量は、上記 D) に分類される光のみが外部へ取り出される。

A) ~ C) に相当する光は、上述したように EL 層 4、絶縁層 3、5、ガラス基板 1 等の内部を横方向に伝わり吸収されてしまい、外部へ取り出すことが出来ない。ただし、A) ~ C) に相当する光が散乱により外部に取り出され得ること、D) に相当する光でも膜界面で屈折率差によって反射が生じたり、吸収が生じたりすることの影響は考えない。また P 点からの放射は等方的であるとしている。

1 点 P から頂角  $\delta$  の円錐が作る立体角は  $4\pi \sin^2 \delta / 4$  である。従って上記 D) に属する光量についての P 点から等方的に放射する全発光量に対する割合は、 $\delta = 2 \times 25.77^\circ$  及び上方へ放出される光も取り出されることから、

$$\frac{4\pi \sin^2 (2 \times 25.77^\circ / 4) \times 2}{4\pi} = 9.9 \times 10^{-2}$$

従って、直接外部へ取り出し得る光量は、高々 10% であることが判る。尚、この値は、EL 層

前記 EL 層及び前記絶縁層の界面の法線方向に対して傾斜した傾斜面を設けることにより、横方向に進行する発光の部分を傾斜面にて全反射させて外部に取り出し、素子全体として増光を達成する。

#### 実施例

以下に、本発明による実施例を図面を参照しつつ説明する。

第 1 図及び第 2 図は本実施例における X、Y マトリクス型の EL 表示素子の部分断面図及び平面図である。第 2 図は第 1 図の I-I 線に沿った部分断面図である。図示されるこの EL 表示素子は、基板 1 上に透明電極 2、第 1 絶縁層 3、EL 層 4、第 2 絶縁層 5 及び背面電極 6 を順に形成したものであって、EL 層 4 はその発光領域毎に各々分離して設けられている。EL 層 4 は  $0.3 \sim 1.0 \mu m$  の膜厚に成膜することが好ましい。EL 層 4 は、母体物質として例えば硫化亜鉛  $ZnS$ 、発光中心物質として例えば上記した  $Sr$ 、 $Mn$ 、 $Tb$  及び  $Tm$  などから選ばれる。こうした EL 層 4 は良好な発光特性を得るために発達した結晶構造を

有するものであることが望ましい。また、予め ZnS の母体層を形成しておいてその上に発光中心物質を付着させて熱拡散法によって短波長の発光中心物質を含有する EL 層を形成してもよい。

このように、X、Yマトリクスパネルにおいて、各発光領域すなわち画素（1本のX電極と1本のY電極の交点）毎にEL層が分離されている。また、第1及び第5絶縁層3、5には、 $Y_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$ 、 $SiN$ 、 $Sm_2O_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $Al_2O_3$  からなる群から選ばれる物質からなる高い誘電率の誘電体層を含めて多層化して、EL層にかかる電圧を大きくする構造となすことが好ましい。これら絶縁層3、5は、 $0.3 \sim 0.6 \mu m$  の膜厚で形成される。

かかるEL表示素子の製造においては、まず、基板1上に、従来方法例えばスパッタリング法等を用いて、透明電極2、絶縁層3、EL層4を順に形成し、その後、所定の画素すなわち発光領域の周囲をエッチングすることによってEL層4の分割を行う。EL層4の分割時のエッチングは湿

式あるいは乾式の等方性エッチング又は等方性プラズマエッチングを使用することが好ましく、これによって、分割されたEL層4の端面には第1図に示す如き各層の界面の法線方向(W)に対して傾斜した傾斜面10（テーパー部）を形成する。

この後に、分離した複数のEL層4上に絶縁層5を積層し、対応する背面電極6も形成する。

このようにすれば、第3図に示すように、分離したEL層4中のある発光中心（星印A）から生じた光は、EL層内を横方向へ伝わった後に、この傾斜面10（テーパー部）で反射し、外部へ取り出せる。

さらに、他の実施例においては、各画素が大きい場合、更に光量を大きくすることができる。すなわち、第4図に示すように、星印A点から左へ進む光はテーパー部10で反射されA'点で外部へ取り出されるが、右へ進む光は対向するテーパー部へとどく前に内部で吸収される（破線矢印）。これはEL層にも光吸収率があるためである。そこで、第5図に示すように、この画素すなわち発光

領域をV字断面溝11によって更に分割することによりテーパー部を画素中で増加させることもできる。例えば、第6図の平面図に示すように、画素を4分割してテーパー部を倍にすることができる。

このとき、横方向の光が取り出せる（増光）けれども、分割溝分の発光面積が減る（減光）ことになる。しかし、どれくらいの面積を越えた場合に分割した方がよいかという点については、「横方向へ進行する光量の全体光量に対する割合」、「EL層内の吸収率」、「テーパー部を設けることによる改善率」のパラメータを得ることによって解消できる。

このように、本発明の特徴は、EL層が発光領域毎に分離されかつその端面においてはEL層及び絶縁層の界面の法線方向に対して傾斜した傾斜面を有していることである。

そこで、本来EL層中に閉じ込められ無効となる発光がテーパー部によって取り出せることに関して、具体的に、EL層の横方向への伝播における各層の界面の法線方向(W)に対して傾斜したテ

ーパー部の角度 $\alpha$ （以下テーパー角 $\alpha$ という）に対する光取り出しによる増加光量の依存性を調べてみる。

第7図に示すように、EL層4の一部にテーパー部10を設け、そのまわりを $Y_2O_3$ の誘電体層3B、5Bで被った構造であって、第1表に掲げた素子の各層の材質と屈折率と同様のものを作成する。テーパー部がEL層4/誘電体層5Bの界面をなすので、点Pから入射角 $\theta$ で進んだ光がテーパー部AB上のO点で反射されOQ方向に進んでテーパー部10のEL層4/誘電体層3Bの界面から外部に取り出される条件を求める。

点Oにおける反射面であるテーパー部ABへの入射角 $\beta$ は簡単な計算により、

$$\beta = 180^\circ - \alpha - \theta$$

で与えられる。同様に反射後のEL層4/誘電体層3Bの界面への入射角 $\gamma$ は、

$$\gamma = 180^\circ - 2\alpha - \theta$$

である。あるテーパー角 $\alpha$ の値に対してある入射角 $\theta$ の範囲にある光のみが、テーパー部によって新た

に外部へ取り出されるはずである。以下〔1〕～〔3〕において、新たに外部へ光を取り出すために入射角  $\theta$  が満たすべき条件を求める。

〔1〕EL層の平行界面間に光を閉じ込める条件：

EL層内への光の閉じ込め条件は次の如くである。

EL層4をZnS、その周囲の誘電体層3B、5Bを $Y_2O_3$ とした場合、両者の界面で全反射が生じる条件は、ZnS ( $n=2.3$ )、 $Y_2O_3$  ( $n=1.8$ ) の臨界角が  $51.50^\circ$  であることから、

$$51.50^\circ < \theta < 180^\circ - 51.50^\circ$$

$$\therefore 51.50^\circ < \theta < 128.50^\circ \dots\dots(1)$$

である。尚、最終的には立体角で考えるために、入射角  $\theta$  は  $0 \sim 180^\circ$  の角度間で考える。この範囲にない入射角  $\theta$  を持つ光は誘電体層 ( $Y_2O_3$ ) より外へ進むためにテーパー部に達する可能性は小さいので考慮しない。

〔2〕テーパー部ABで全反射する条件：

テーパー部ABで全反射する条件は次の如くである。

第8図左のある点Pからの範囲Iあるいは範囲IIに含まれる角度で放射された光が、何回かEL層の中で全反射をくり返した後にテーパー部ABに入射する時、その角度が全反射条件である範囲Iにある確率を考える。すなわち、範囲I,IIがオーバーラップしない場合(第8図左)は確率1/2と考えてよいであろう。オーバーラップする場合(第8図右)はオーバーラップする範囲の光は必ずテーパー部ABで全反射する。これらを統合して考えるためには範囲I,IIの各々に対して、その範囲に含まれる光の1/2がテーパー部ABで全反射すると思えば良いことがわかる。

すなわち、以下の条件を得る。

$$90^\circ - \alpha < \theta < 128.50^\circ - \alpha \dots\dots(1-1)$$

$$51.50^\circ + \alpha < \theta < 90^\circ + \alpha \dots\dots(1-11)$$

ただし、各々の範囲について光量を1/2として算出し、最後に加算する。

尚、全反射しない場合(上記入射角  $\theta$  の範囲外)でも、界面での反射はある。例えば  $\beta$  が  $50^\circ$  で54%、 $45^\circ$  で14%が反射し、取り出し得る

テーパー部ABに対する入射角  $\beta$  が  $\beta > 51.50^\circ$  であればPO方向に進む光はOQ方向に全反射する。また入射角  $\beta$  は  $90^\circ$  より小さい。従って、

$$51.50^\circ < 180^\circ - \alpha - \theta < 90^\circ$$

$$\therefore 90^\circ - \alpha < \theta < 128.50^\circ - \alpha \dots\dots(1-1)$$

である。

しかし、ここで1つの考慮が必要である。EL層内のある点(例えば第7図左のP')から、角度  $\delta$  で放射された光は全反射を繰返す毎に  $\delta$  又は  $180^\circ - \delta$  のどちらからの角度でテーパー部に入射する。式(1-1)において、例えば  $\alpha = 45^\circ$  とした時に得られる入射角  $\theta$  の範囲は  $45^\circ \sim 83.5^\circ$  であるが、例えば  $\delta = 100^\circ$  で発した光が奇数回の反射の後にテーパー部に達したとすれば、入射時の入射角  $\theta$  は  $80^\circ$  ( $=180^\circ - 100^\circ$ ) であり、全反射条件を満たす。以上の様に第8図に示す如く、式(1-1)より得られた入射角  $\theta_1 < \theta < \theta_2$  (これを範囲Iとする)に対して  $180^\circ - \theta_2 < \theta < 180^\circ - \theta_1$  (これを範囲IIとする)を追加する必要がある。

光を増加させるが、ここでは無視する。

〔3〕テーパー部ABで反射した光が外部へ取り出される条件：

テーパー部ABで反射した光が外部へ取り出される条件は次の如くである。最終的に空气中に光が取り出されるためには、第7図の入射角  $\gamma$  は  $\gamma = 180^\circ - 2\gamma - \theta$  で示されEL層(ZnS)の屈折率2.3と空気の屈折率1.0により、 $\pm 25.77^\circ$  の範囲にあることが必要である。

$$\text{従って、} -25.77^\circ < \gamma < 25.77^\circ$$

$$\therefore 154.23^\circ - 2\alpha < \theta < 205.77^\circ - 2\alpha \dots\dots(11)$$

の条件を得る。

以上の〔1〕～〔3〕の条件をまとめると以下の如くなる。

EL層(ZnS)内に角度テーパー角  $\alpha$  のテーパー部を設けることで、以下の光を更に取り出すことができる光は、光の進行方向が、

$$51.50^\circ < \theta < 128.50^\circ - \alpha,$$

$$90^\circ - \alpha < \theta < 128.50^\circ - \alpha, \text{ 及び}$$

$$154.23^\circ - 2\alpha < \theta < 205.77^\circ - 2\alpha$$

を同時に満す光の1/2、

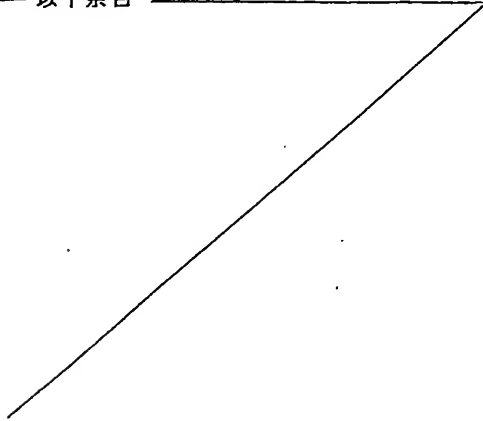
または、 $51.50^\circ + \alpha < \theta < 128.50^\circ$ 、

$51.50^\circ + \alpha < \theta < 90^\circ + \alpha$ 、及び

$154.23^\circ - 2\alpha < \theta < 205.77^\circ - 2\alpha$ を同時に満す光の1/2である。

具体的にテーバ部の角度を得るためには、テーバ角 $\alpha$ の値によって入射角 $\theta$ の範囲に場合分けが生じる。その結果を以下の第2表に示す。

——以下余白



各テーバ角 $\alpha$ に対応する入射角 $\theta$ の範囲より立体角を求めることで新たに取り出し得る増加光量をもとめた。この場合、発光は等方的に放射しているとしてその光量を100%とした。得られた増加光量を第9図に示した。

以上の如く、周囲に定屈折率絶縁層を有さないEL層の横方向へ進行する光の取り出しに対するテーバ角 $\alpha$ の最適条件は $\alpha \approx 37^\circ$ 程度であり、このとき、全光量の20%以上を更に取り出すことが可能である。テーバ部を設けない平面積層構造場合の取り出し効率が約10%であることを考えると、この方法により3倍の光量が得られることが判る。

このように、EL層において増光となる条件は、EL層とまわりの絶縁層またはその誘電体層との臨界角を、

$$\sin \phi_1 = \frac{\text{まわりの層の屈折率}}{\text{EL層の屈折率}}$$

として、EL層と空気との臨界角を、

第2表	$\alpha$ (度)	光を取り出し得る $\theta$ の範囲 (度)	
		なし	なし
0	21.41		
21.41	25.73	$154.23 - 2\alpha < \theta < 90 + \alpha$	
25.73	34.20	$154.23 - 2\alpha < \theta < 90 + \alpha$	及び $154.23 - 2\alpha < \theta < 128.50 - \alpha$
34.20	38.50	$51.50 + \alpha < \theta < 90 + \alpha$	及び $154.23 - 2\alpha < \theta < 128.50 - \alpha$
38.50	38.64	$51.50 + \alpha < \theta < 128.50$	及び $154.23 - 2\alpha < \theta < 128.50 - \alpha$
38.64	51.37	$51.50 + \alpha < \theta < 205.77 - 2\alpha$	及び $154.23 - 2\alpha < \theta < 128.50 - \alpha$
51.37	51.42	$51.50 + \alpha < \theta < 205.77 - 2\alpha$	及び $51.50 < \theta < 128.50 - \alpha$
51.42	77.0		$51.50 < \theta < 128.50 - \alpha$
77.0	90		なし

#### 空気の屈折率

$$\sin \phi_2 =$$

#### EL層の屈折率

と各々定義する角度とすると、

上記I)式から、

$$\phi_1 < \theta < 180^\circ - \phi_1, \dots \dots \dots \text{①}$$

上記II- I)及びII-II)式から、

$$90^\circ - \alpha < \theta < 180^\circ - \phi_1 - \alpha \dots \dots \dots \text{②}$$

$$\phi_1 + \alpha < \theta < 90^\circ + \alpha \dots \dots \dots \text{②'}$$

上記III)式から、

$$180^\circ - \phi_2 - 2\alpha < \theta < 180^\circ + \phi_2 - 2\alpha \dots \dots \dots \text{③}$$

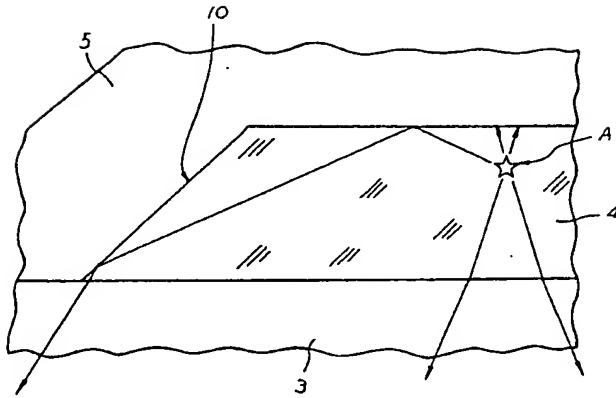
が得られる。これにおいて、①、②、③を同時にみたすか、又は①、②'、③を同時にみたす $\theta$ があるテーバ角 $\alpha$  ( $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ) に対して存在するときに光量増大が得られる。

例えば、EL層をZnS (屈折率2.30)、そのまわりの絶縁層すなわち誘電体層を $\text{Y}_2\text{O}_3$  (屈折率1.80)とした場合には、取り出せる光量の増大が得られ、テーバ角 $\alpha$ の範囲は、21.4度~77.0度となる。

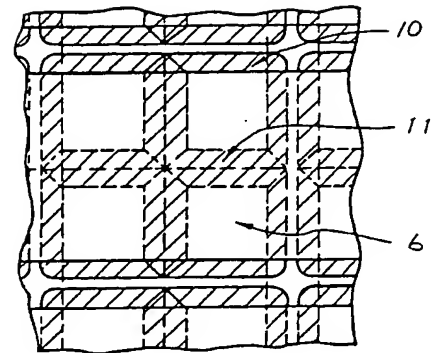




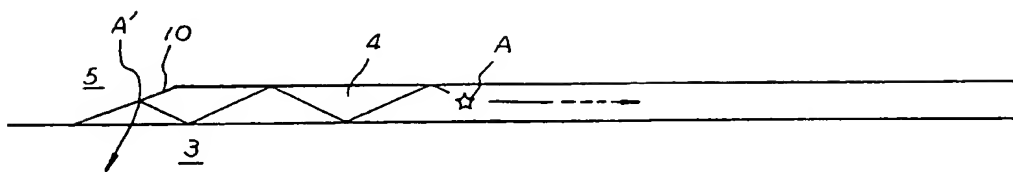
第 3 図



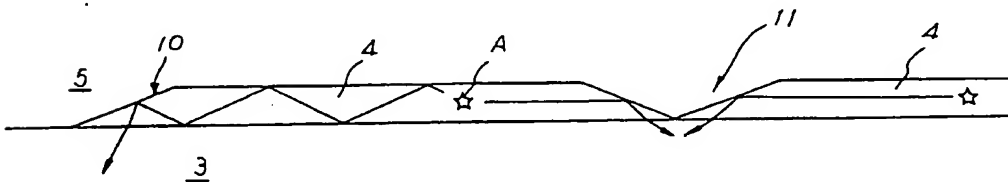
第 6 図



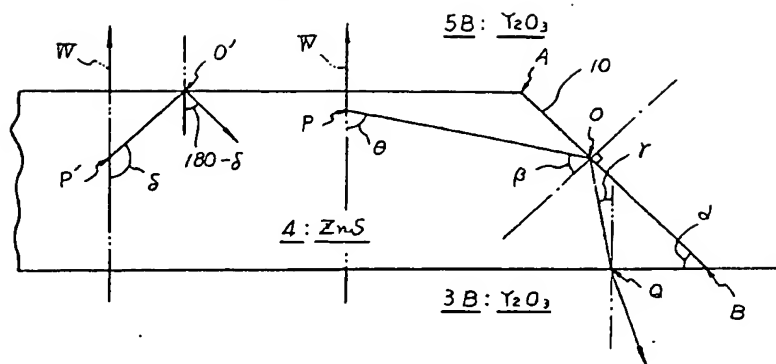
第 4 図



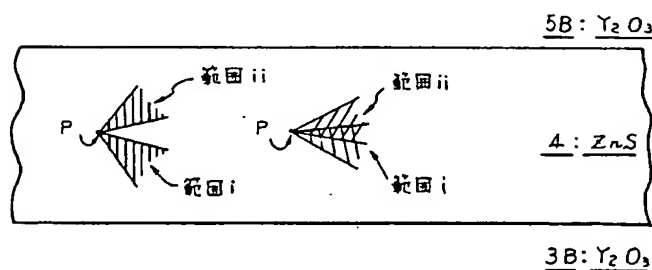
第 5 図



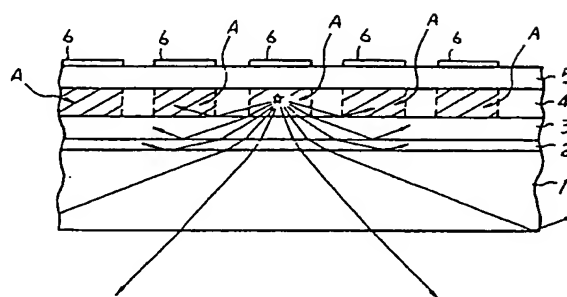
第7図



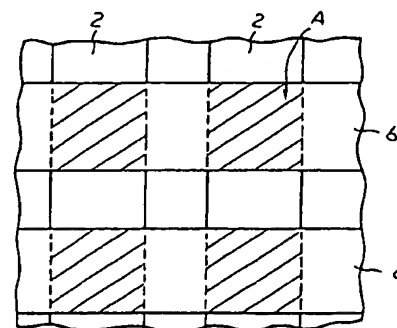
第8図



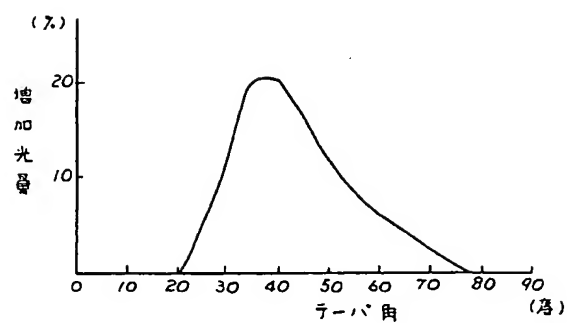
第10図



第11図



第9図



第 12 図

